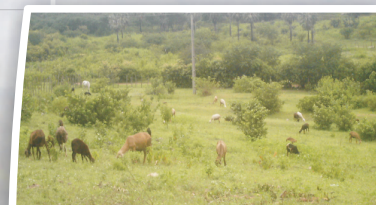




**DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS - DNOCS**  
**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – FUNECE**  
**INSTITUTO DE ESTUDOS PESQUISAS E PROJETOS DA UECE – IEPRO**

**PROJETO EXECUTIVO E ADEQUAÇÃO DO RELATÓRIO  
DE IMPACTO AMBIENTAL E DE SUSTENTABILIDADE  
HÍDRICA DA BARRAGEM FRONTEIRAS, NO MUNICÍPIO  
DE CRATEUS, NO ESTADO DO CEARÁ**

**PROJETO EXECUTIVO**  
**Volume 7 - Projeto Estrutural da**  
**Ponte sobre o Sangradouro**



**FUNECE**  
Fundação Universidade Estadual do Ceará



**IEPRO**  
Instituto de Estudos,  
Pesquisas e Projetos  
da UECE

MARÇO/2012



**DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS - DNOCS  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - FUNECE  
INSTITUTO DE ESTUDOS PESQUISAS E PROJETOS DA UECE - IEPRO**

**PROJETO EXECUTIVO E ADEQUAÇÃO DO RELATÓRIO DE IMPACTO  
AMBIENTAL E DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA DA BARRAGEM  
FRONTEIRAS, NO MUNICÍPIO DE CRATEUS, NO ESTADO DO CEARÁ**

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FRONTEIRAS**

**Volume 7- Projeto Estrutural da ponte sobre o Sangradouro**

**Março/2012**

## ÍNDICE

---

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
ÍNDICE.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. MEMÓRIA DE CÁLCULO.....	7
3. RESUMO DOS QUANTITATIVOS.....	26
4. RELAÇÃO DOS DESENHOS.....	28
5. DESENHOS.....	30



## 1. INTRODUÇÃO

---

## 1. INTRODUÇÃO

A empresa **Engesoft Engenharia e Consultoria Ltda.** contratada para a Elaboração do Projeto Executivo e Adequação do Relatório de Impacto Ambiental e de Sustentabilidade Hídrica da Barragem Fronteiras apresenta o Projeto Executivo da Barragem Fronteiras, situada no rio Poty, município de Crateús, estado do Ceará.

A finalidade da Barragem Fronteiras é o abastecimento dos distritos de Ibiapaba, Poty, Assis e Curral Velho e localidade de Cabaças, do município de Crateús, cujos níveis de atendimento são insatisfatórios, e para irrigação de 5.000 ha de solos.

O Projeto Executivo da barragem Fronteiras é constituído por onze Volumes, a saber:

- Volume 1 – Relatório Geral do Projeto;
- Volume 2 – Desenhos;
- Volume 3 – Especificações Técnicas
- Volume 4 – Memória de Cálculo;
- Volume 4A – Memória de Cálculo dos Estudos Hidrológicos
- Volume 4B – Estudos Geotécnicos
- Volume 4C – Investigações Geotécnicas Complementares
- Volume 5 – Quantitativos e Orçamento;
- Volume 6 – Cálculo dos Quantitativos;
- **Volume 7- Projeto Estrutural da ponte sobre o Sangradouro;**
- Volume 8 – Relatório Síntese.

O Volume 7, aqui apresentado, consiste no Projeto das Estruturas que compõem a ponte que transcorre o sangradouro da barragem e aborda os seguintes capítulos:

1. Introdução;
2. Memória de Cálculo;
3. Resumo dos Quantitativos;
4. Desenhos.

---

**Walmir Fernando Duarte Jardim**  
**Engº Civil- CREA 10208/D-MG**

## 2. MEMÓRIA DE CÁLCULO

---



8

# PONTA SOBRE O TRECHO SUBMERSIVEL DA BARRAGEM FRONTEIRAS.

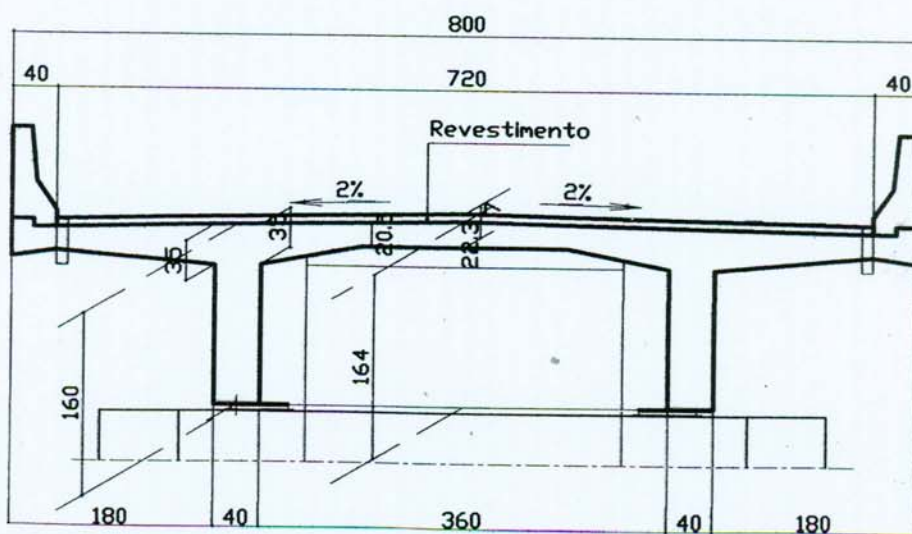
(DNOCs) DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA  
SECAS

## 1- INTRODUÇÃO

TRATA-SE DO PROJETO DE UMA OBRA D'ARTE ESPECIAL PARA TRAVESSIA DO VERTEDOURO BARRAGEM FRONTEIRAS. O SISTEMA ESTRUTURAL É CONSTITUÍDO POR DOZE VÃOS FORMADOS POR VIAS SIMPLEMENTE APOIADAS, ASSIM DIVIDIDOS:

- SUPERESTRUTURA: TABULEIRO APOIADO EM DUAS VIAS PRINCIPAIS, COM VÃO DE 16,25m
- MEOESTRUTURA:
  - APOIOS EXTREMOS FORMADOS POR ENCONTROS
  - APOIOS INTERMEDIÁRIOS FORMADOS POR QILAS DE PAREDE
- INFRAESTRUTURA: PAREDES EM CONCRETO ARMADO ASSENTAS NO INTERIOR DO MURTO DA BARRAGEM;  $\bar{\sigma}_a = 7,10 \text{ t/cm}^2$

## • SISTEMA ESTRUTURAL



SEÇÃO TRANSVERSAL



## 2. GENERALIDADES.

### • DADOS GERAIS

PONTE CLASSE - - - - -	45
COMPRIMENTO TOTAL - - - - -	20,0m
LARGURA DO TABOADO - - - - -	8,0m
ALTA DE SOLAMENTO - - - - -	7,2m

### • CARGAS

#### CARGA PERMANENTE

CONCRETO ESTRUTURAL - - - - -	2,5 t/m <sup>3</sup>
PAVIMENTAÇÃO - - - - -	2,4 t/m <sup>3</sup>

#### CARGA MÓVEL

TREM TIPO CLASSE - - - - -	45
----------------------------	----

### • VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

FORAM OBSERVADAS AS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA FIXADAS PELAS NORMAS BRASILEIRAS

### • RESISTÊNCIA DO MATERIAL EMPREGADO

#### CONCRETO ESTRUTURAL :

SUPERESTRUTURA - - - - -	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
HEIO/INFRAESTRUTURA - - - - -	$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$

#### ARMADURA

AÇO CA 50 - - - - -	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
---------------------	----------------------------

### • BIBLIOGRAFIA

1) RÜSCH, H - F# HERBAHNPLATEN VOM STRASSENBRÜCKEN

2) LEONHARDT, F - CONSTRUÇÕES DE CONCRETO-VOL I, VI

3) PFEIL, W - PONTES DE CONCRETO ARMADO - VOL 1 e 2

4) NORMAS BRASILEIRAS

5) MONTOLJA T P J - HORMIGÓN ARMADO



## 3. SUPERESTRUTURA

## 3.1. LAJE DO TABULEIRO

LAJE BI-ENCASTADA ( $l_x/l_y = \infty$ )

## a) CARGA PERMANENTE

$$q = 0,243 \times 2,5 + 0,07 \times 2,4 = 0,776 \text{ t/m/m}$$

CONSIDERAR-SE A VARIAÇÃO DE INÉRCIA:

$$M_{xe} = -1,162 \times 0,776 \times 4,0^2 / 12 = -1,202 \text{ t/m/m}$$

$$M_{xme} = -1,202 + 0,776 \times 4,0^2 / 8 = 0,35 \text{ t/m/m}$$

$$M_{ym} = 0,0069 \times 0,776 \times 4,0^2 = 0,086 \text{ t/m/m}$$

## b) CARGA MÓVEL

$$\varphi = 1,372$$

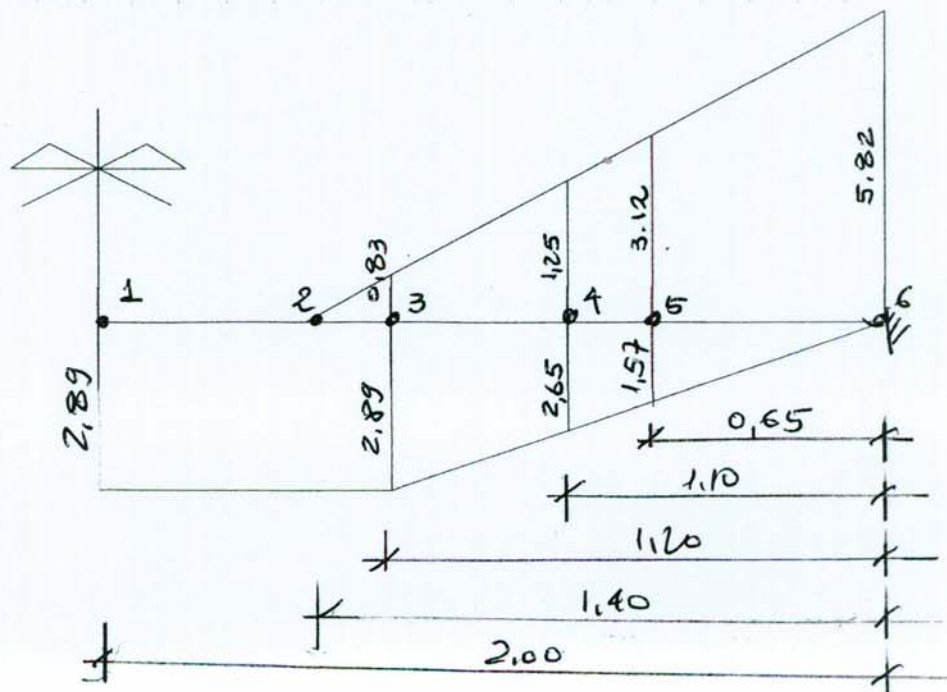
$$l_y/l_x = \infty ; l_x/a = 2 ; t/a = 0,35$$

$$M_{xe} = -1,372 (7,5 \times 0,59 + 0,5 \times 0,38) = -5,82 \text{ t/m/m}$$

$$M_{xme} = 1,372 (7,5 \times 0,274 + 0,5 \times 0,10) = 2,89 \text{ t/m/m}$$

$$M_{ym} = 1,372 (7,5 \times 0,139 + 0,5 \times 0,05) = 1,46 \text{ t/m/m}$$

## c) DIAGRAMA DE CARGA MÓVEL





d. ENGASTAMENTO DA LAJE NAS TRANSVERSAIS DAS EXTREMIDADES - CÁLCULO DO MOMENTO  $M_{ge}$

$$l_x = l_y = 4,10 \text{ m}$$

• CARGA PERMANENTE:  $f = 0,776 \text{ t/m}^2$

$$M_{ge} = -0,053 \times 0,776 \times 4,10^2 = 0,658 \text{ t x m/m}$$

• CARGA MÓVEL:

$$M_{ge} = -1,39 (7,5 \times 0,377 + 0,5 \times 932) = -4,19 \text{ t x m/m}$$

e. OUTRO RESUMO PARA DIMENSIONAMENTO:

#### ENVOLTÓRIAS DE MOMENTO FLETOR

$$M1 = 1.35 * MG + 1.5 * MQ+ \quad M2 = 1.00 * MG + 1.50 * MQ+$$

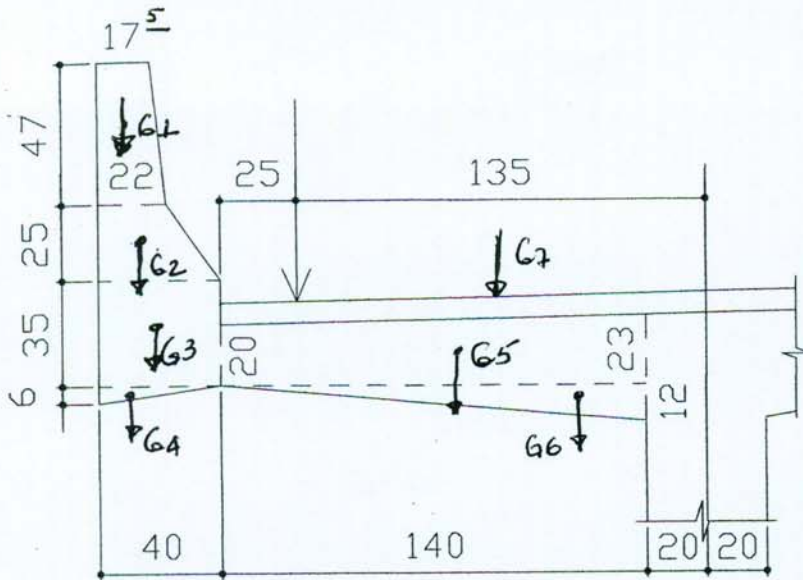
$$M3 = 1.35 * MG + 1.5 * MQ- \quad M4 = 1.00 * MG + 1.50 * MQ-$$

Secao	Mg (KNxm)	Mq+ (KNxm)	Mq- (KNxm)	M1 (KNxm)	M2 (KNxm)	M3 (KNxm)	M4 (KNxm)
1	3.50	28.90	0.00	48.08	46.85	4.73	3.50
2	2.90	28.90	0.00	47.27	46.25	3.92	2.90
3	1.90	28.90	-8.30	45.92	45.25	-9.88	-10.55
4	1.30	26.50	-12.50	41.51	41.05	-16.99	-17.45
5	-2.30	15.70	-31.20	20.44	21.25	-49.91	-49.10
6	12.00	0.00	-58.20	16.20	12.00	-71.10	-75.30
7 $M_{qm}$	0.86	14.60	0.00	23.06	22.76	1.16	0.86
8 $M_{ge}$	-6.58	0.00	-41.90	-8.88	-6.58	-71.73	-69.43

#### ARMADURA CONSIDERANDO FADIGA

Secao	M1 (KNxm)	M2 (KNxm)	Alfa	Alfa'	As (cm <sup>2</sup> )	As' (cm <sup>2</sup> )	$\phi 10$
1	26.62	3.50	1.15	1.00	6.21	0.00	10c12 <sup>5</sup>
2	26.02	2.90	1.18	1.00	7.03	0.00	10c11
3	25.02	-4.74	1.33	1.28	7.96	1.69	10c10
4	22.50	-8.70	1.35	1.40	7.29	3.09	10c11
5	10.26	-27.26	1.33	1.38	2.73	6.79	
6	12.00	-34.56	2.00	1.15	2.27	6.19	10c13
7 $M_{qm}$	12.54	0.86	1.23	1.00	3.71	0.00	8c13
8 $M_{ge}$	-6.58	-40.10	1.00	1.13	0.00	5.76	10c14

## d) LATE EM BILAU GO



## • CARGA PERMANENTE.

$$\begin{aligned}
 G_1 &= 0,232 \times 1,89 = \dots\dots\dots 0,438 \text{ t/cm} \\
 G_2 &= 0,194 \times 1,89 = \dots\dots\dots 0,357 \text{ " } \\
 G_3 &= 0,35 \times 1,80 = \dots\dots\dots 0,630 \text{ " } \\
 G_4 &= 0,03 \times 1,87 = \dots\dots\dots 0,056 \text{ " } \\
 G_5 &= 0,75 \times 0,9 = \dots\dots\dots 0,675 \text{ " } \\
 G_6 &= 0,21 \times 0,667 = \dots\dots\dots 0,140 \text{ " } \\
 G_7 &= 0,235 \times 0,90 = \dots\dots\dots 0,212 \text{ " }
 \end{aligned}$$

$$\sum G_i \cdot x_i = 2,508 \text{ t/cm}$$

## • CARGA MOVEL

$$\varphi = 1,39 ; l'x = 1,35$$

$$l_3/l_x = \infty ; \frac{l^*}{2} = 0,675 ; t/a =$$

$$M_{xe} = -1,39(7,5 \times 0,438 + 0,5 \times 0,118) = -5,21 \text{ t/cm}$$

$$M_{y1} = 1,39(7,5 \times 0,25 + 0,5 \times 0,192) = 2,74 \text{ t/cm}$$

$$\Delta M_{xe} = 6 \times 0,77 / 1,35 + 2 \times 40 = -0,86 \text{ t/cm}$$

$$M_{xe} = (5,21 + 0,86) = -6,07 \text{ t/cm}$$

## • DIMENSIONAMENTO:

$$\begin{aligned}
 - M_{xe} \rightarrow M_d &= 1,35 \times 2,508 + 1,5(5,21 + 0,86) = -12,49 \text{ t/cm} \\
 b \times h &= 100 \times 35
 \end{aligned}$$



$$f_{al} = 110; A_s = 9,09 \text{ cm}^2 (4\phi 10 \text{ c/c})$$

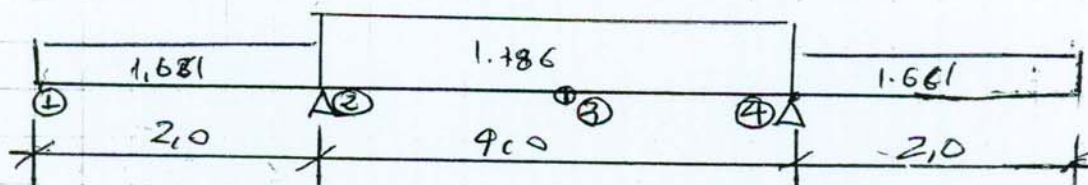
$$- M_{q,r} \rightarrow M_d = 1,5 \times 2,74 = 4,11 \text{ t f x m / m}$$

$$b_w \times h = 40 \times 39 - f_{al} = 1,30 - A_s = 3,41 \text{ cm}^2 (4\phi 10 + \phi 6 \text{ c/c})$$

### 3.2, TRANSVERSAS EXTREMAS: 25 x VAR

#### a. CARGA PERMANENTE:

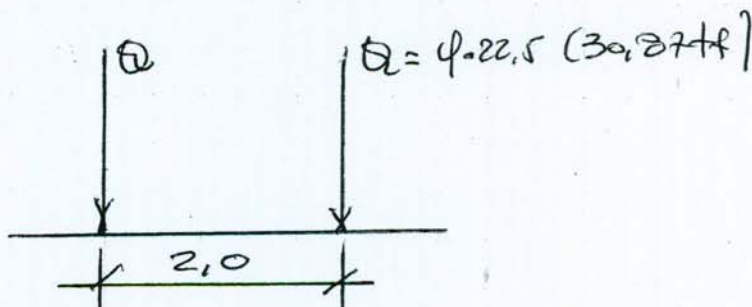
$$\begin{aligned} \text{PÊSO PRÓPRIO} &- 0,25 \times 7,66 \times 2,5 = \dots - 1,04 \text{ t f / m} \\ \text{LISE + PAV (VA)} &\dots \dots \dots - 0,1776 \text{ t f / m} \\ \text{LISE + PAV (PLACAS)} &\dots \dots \dots - 0,62 \text{ t f / m} \end{aligned}$$



#### b. CARGA MÓVEL

TREMA TIPO:

$$q = 1,372$$



#### ENVOLTÓRIAS DE MOMENTO FLETOR

$$M1 = 1,35 * MG + 1,5 * MQ+$$

$$M2 = 1,00 * MG + 1,50 * MQ+$$

$$M3 = 1,35 * MG + 1,5 * MQ-$$

$$M4 = 1,00 * MG + 1,50 * MQ-$$

Secao	Mg (KNxm)	Mq+ (KNxm)	Mq- (KNxm)	M1 (KNxm)	M2 (KNxm)	M3 (KNxm)	M4 (KNxm)
2	-32.20	0.00	-771.80	-43.47	-32.20	-1201.17	-1189.90
3	3.10	385.30	-617.60	582.14	581.05	-922.21	-923.30

#### ARMADURA CONSIDERANDO FADIGA

Secao	M1 (KNxm)	M2 (KNxm)	Alfa	Alfa'	As (cm2)	As' (cm2)	
2	-32.20	-649.64	1.00	1.23	0.00	23.64	8φ20
3	311.34	-490.98	1.63	1.48	14.16	20.84	7φ20

## ESFORÇO CORTANTE:

Secao	Vg	Vq+	Vq-	Vcd	Vsd	Vs/Vr	Fad	s/As	$\phi 10$
1	0.00	0.00	-308.70	283.13	463.05	0.25	2.07	15.86	
2E	-32.20	0.00	-617.00	290.63	968.97	0.50	1.94	4.60	c7
2D	-35.80	192.90	-501.60	290.63	800.73	0.41	2.07	5.74	c9
3	0.00	308.70	-308.70	290.63	463.05	0.24	2.07	16.99	

## 3.3. TRANSVERSAL NAS VÃOS : 2,5 x 1,20

(a) VÃO CARREGADO

• (P + q)

$$M_{xe} = 1,35 \times 1,20 + 1,5 \times 5,82 = 10,35 \text{ tfm/m}$$

$$1,35 \times 2,508 = 3,38$$

$$\Delta M_1 = 6,97 \text{ tfm/m}$$

• (q)

$$M_{xe} = 1,35 \times 1,16 + 1,5 \times \left( 1,372 \times 1,162 \times 0,5 \times \frac{1,20^2}{12} \right) = 3,21 \text{ tfm/m}$$

$$1,35 \times 2,508 = 3,38$$

$$\Delta M_2 = 0,17 \text{ tfm/m}$$

(b) BALANÇO CARREGADO

• (P + q)

$$M_{xe} = 1,35 \times 2,508 + 1,50 + 6,07 = 12,49 \text{ tfm/m}$$

$$1,35 \times 1,20 = 1,62$$

$$\Delta M_1 = 10,87 \text{ tfm/m}$$

• (q)

$$M_{xe} = 1,35 \times 2,508 + 1,5 \left( 1,372 \times 0,5 \times \frac{1,20^2}{2} \right) = 4,70 \text{ tfm/m}$$

$$1,35 \times 1,20 = 1,62$$

$$\Delta M_2 = 3,08 \text{ tfm/m}$$

(c) MOMENTO PARA DIMENSIONAMENTO:

$$M_d = \frac{\alpha}{\gamma} \left[ \frac{\Delta M_1 + \Delta M_2}{2} \right] = \frac{8,125}{3,14} \left[ \frac{10,87 + 3,08}{2} \right] = 18,05 \text{ tfm}$$

$$A_{s,7} = 3,62 \text{ cm}^2$$

$$A_{s+} = A_{s-} = 4,50 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3\phi 16$$



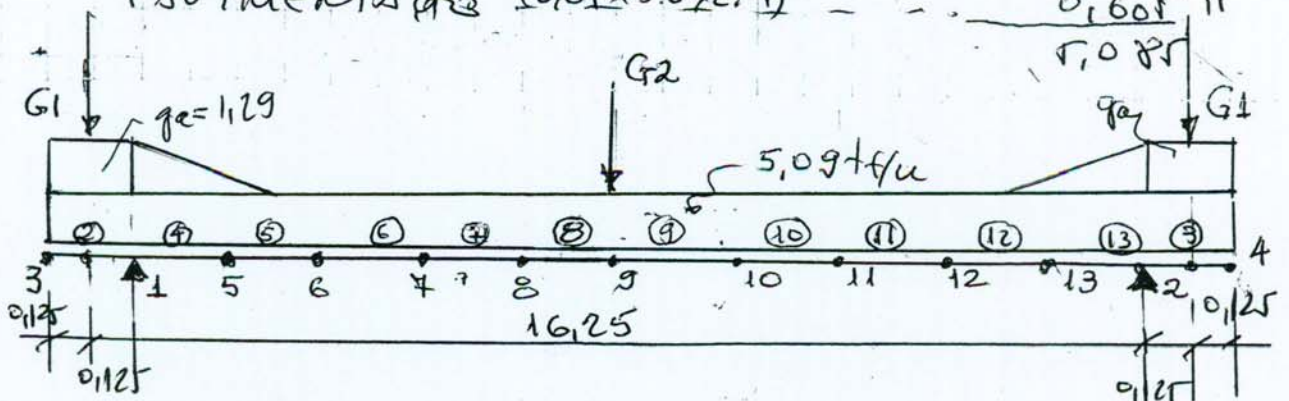
### 3.4. VIAS PRINCIPAIS: (40-80) x 160

O cálculo dos esforços solicitantes e das armaduras foi feito com o auxílio de programas de computador, cujos resultados são apresentados a seguir.

#### a. SISTEMA ESTRUTURAL - CARGA PERMANENTE E CARGA MÓVEL

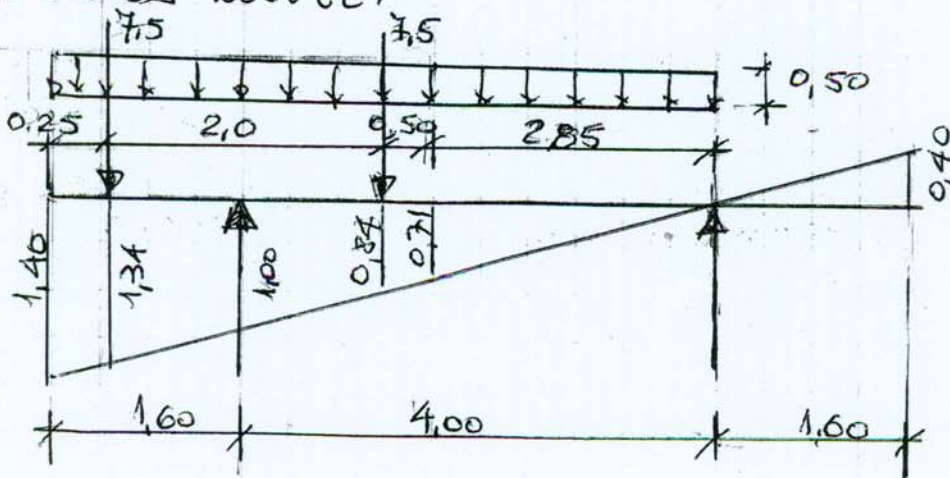
##### • CARGAS PERMANENTES:

1/2 TABULEIRO - (1,56 x 2,5) - - - - - 3,90 tf/m  
 BARRERAS - - - - - 0,58  
 PAVIMENTAÇÃO (0,07 x 3,6 x 2,4) - - - - - 0,605 tf/m



$$q_a = 0,40 \times 1,29 \times 2,5 = 1,29 \text{ tf/m}$$

##### • CARGA MÓVEL



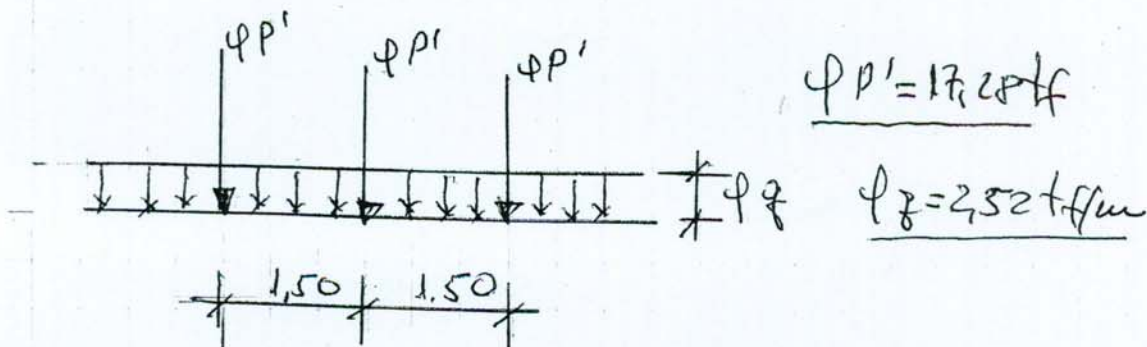
$$P = 7,5 [1,34 + 0,84] = 16,35 \text{ tf}$$

$$q' = 0,50 \times \frac{0,71}{2} \times 2,85 = 0,505 \text{ tf/m}$$

$$F = 0,50 \times 1,40 \times \frac{5,60}{2} = 1,96 \text{ tf/m}$$

$$\Delta p = \frac{(1,96 - 0,505) \times 6}{3} = 2,91 \text{ tf}$$

$$p' = 16,35 - 2,91 = 13,44 \text{ tf}$$



• IMPACTO:  $\psi = 1,4 - 0,007 \times 16,25 = 1,286$

b. CÁLCULO DOS ESFORÇOS SOLICITANTES

• LARGURA COLABORANTE:

$$b_f = b_w + 0,20 \cdot l = 40 + 325 = 365$$

REAÇÕES DE APOIO DA CARGA PERMANENTE

TABLE: Joint Reactions								
Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	U1 Ton	U2 Ton	U3 Ton	R1 Ton-m	R2 Ton-m	R3 Ton-m
1	COMB1	Combination	0	0	49,3602	0	0	0
2	COMB1	Combination	0	0	49,3602	0	0	0

REAÇÕES DE APOIO DA CARGA MOVEL

TABLE: Joint Reactions								
Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	U1 Ton	U2 Ton	U3 Ton	R1 Ton-m	R2 Ton-m
1	ACASE1	LinMoving	Max	0	0	68,9622	0	0
1	ACASE1	LinMoving	Min	0	0	-0,2707	0	0
2	ACASE1	LinMoving	Max	0	0	68,9622	0	0
2	ACASE1	LinMoving	Min	0	0	-0,2707	0	0



# C. DIMENSIONAMENTO À FLEXÃO E À FORÇA CORTANTE

## ENVOLTÓRIAS DE MOMENTO FLETOR

$$M1 = 1.35 \cdot MG + 1.5 \cdot MQ+ \quad M2 = 1.00 \cdot MG + 1.50 \cdot MQ+$$

$$M3 = 1.35 \cdot MG + 1.5 \cdot MQ- \quad M4 = 1.00 \cdot MG + 1.50 \cdot MQ-$$

Secao	Mg (KNxm)	Mq+ (KNxm)	Mq- (KNxm)	M1 (KNxm)	M2 (KNxm)	M3 (KNxm)	M4 (KNxm)
① 1	-61.70	0.00	-44.00	-83.30	-61.70	-149.30	-127.70
⑤ 2	633.89	979.85	-44.00	2325.53	2103.67	789.75	567.89
⑥ 3	1125.10	1724.67	-44.00	4105.89	3712.11	1452.89	1059.10
⑦ 4	1478.81	2234.45	-44.00	5348.07	4830.49	1930.39	1412.81
⑧ 5	1695.49	2561.08	-44.00	6130.53	5537.11	2222.91	1629.49
⑨ 6	1775.14	2678.60	-44.00	6414.34	5793.04	2330.44	1709.14

## ARMADURA CONSIDERANDO FADIGA

Secao	M1 (KNxm)	M2 (KNxm)	Alfa	Alfa'	As (cm <sup>2</sup> )	As' (cm <sup>2</sup> )
① 1	-61.70	-96.90	1.00	1.00	0.00	2.19
⑤ 2	1417.77	598.69	1.00	1.00	35.54	0.00
⑥ 3	2504.84	1089.90	1.00	1.00	63.23	0.00
⑦ 4	3266.37	1443.61	1.00	1.00	82.82	0.00
⑧ 5	3744.35	1660.29	1.00	1.00	95.28	0.00
⑨ 6	3918.02	1739.94	1.00	1.00	99.81	0.00

25/22

## ESFORÇO CORTANTE:

Secao	Vg	Vq+	Vq-	Vcd	Vsd	Vs/Vr	Fad	s/As
① 1	-444.20	0.00	-675.35	912.00	1612.70	0.27	1.14	7.47
⑤ 2	-345.90	23.40	-584.60	607.62	1343.87	0.33	1.24	6.53
⑥ 3	-259.83	64.10	-497.96	456.00	1097.71	0.36	1.41	6.55
⑦ 4	-175.50	126.14	-415.40	456.00	860.03	0.28	1.77	8.34
⑧ 5	-91.18	192.32	-336.95	456.00	628.52	0.21	2.07	16.66
⑨ 6	-6.85	262.58	-262.58	456.00	403.12	0.13	2.07	16.67

DECALAGEM DO DIAGRAMA

$$a_t = -V_{sd} \cdot s / A_w / (2 \cdot f_{ywd})$$

$$a_t = 161,27 \times 10^3 \times 7,47 / 2 \times 4348 = 138,5 \text{ cm}$$

## 4. MERO/INFRAESTRUTURA

### 4.1. CARACTERÍSTICAS

- PILARES-PAREDE

$$500 \times 100 \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} J = 0,417 \text{ m}^4 \\ S = 5,0 \text{ m}^2 \end{array}$$

- PLACAS DE NEOPRENO

$$30 \times 50 \times [3 \times 9,8 + 4 \times 8,3 + 0,50]$$

### 4.2. REAÇÕES DO AROIB

$$R_f = 49,36 \text{ tf}$$

$$R_f^+ = 68,96 \text{ tf}$$

$$R_f^- = -0,27 \text{ tf}$$

### 4.3. ESFORÇOS HORIZONTAIS LONGITUDINAIS RIGIDEZ LONGITUDINAL

$$k_L = \frac{1}{\frac{h^3}{3EI} + \frac{d}{G.S.}} \approx 676 \text{ t/m}$$

- FORÇA DE FREIAMENTO

$$F_L = 30\% \times 45 = 13,5 \text{ tf}$$

$$F_1 = F_2 = 6,75 \text{ tf}$$

- TEMPERATURAS + DEFORMAÇÃO

$$\Delta t = -25^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 10^{-5} \text{ (1/}^\circ\text{C)}$$

$$T_1 = T_2 = 676 \times 10^{-5} \times 25 \times 8,125 = 1,37 \text{ tf}$$

### 4.4. ESFORÇOS HORIZONTAIS TRANSVERSAS



• Ação do vento:

$$W_v = 0,10 [1,60 + 0,07 + 2,0] \times 16,72 = 6,14 \text{ tf}$$

• Ação da GVA:

$$W_a = k \cdot v^2 \cdot S \quad k = 0,035$$

$$v = 2,50 \text{ m/seg.}$$

$$W_a = 0,035 \times 2,5^2 \cdot 4,00 \times 1,0 = 0,59 \text{ tf}$$

4.5. TENSÕES NO SOLO DE FUNDAÇÃO

• SAPATA ENCRUADA NA MASSA DA BARRA BOA.  
3,00 x 7,00

$$S = 21,0 \text{ m}^2$$

$$W_x = 10,5 \text{ m}^3$$

$$W_y = 24,5 \text{ m}^3$$

— CASO 1 — DOIS TABULEIROS CARREGADOS

1ª HIPÓTESE:  $N_{MAX}$

$$N_{MAX} = 4(49,36 + 68,96) + 14,25 + 56,35 = 543,88 \text{ tf}$$

$$M_L = 13,5 \times 11,20 = 151,20 \text{ tfxm}$$

$$M_T = (6,14 + 0,59) \times 11,20 = 75,38 \text{ tfxm}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{543,88}{21,0} \pm \frac{151,20}{10,5} \pm \frac{75,38}{24,5} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 43,38 \text{ tf/cm}^2 \\ \sigma_2 = 8,42 \text{ tf/cm}^2 \end{array} \right.$$

2ª HIPÓTESE:  $N_{MIN}$

$$N_{MIN} = 4(49,36 - 0,27) + 14,25 + 56,35 = 266,96 \text{ tf}$$

$$M_L = 151,20 \text{ tfxm}$$

$$M_T = 75,38 \text{ tfxm}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{266,96}{21,0} \pm \frac{151,20}{10,5} \pm \frac{75,38}{24,5} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = 30,19 \text{ tf/cm}^2 \\ \sigma_2 = -9,76 \text{ tf/cm}^2 \end{array} \right.$$

VERIFICAÇÃO DO  $\tau_{max}$ :

$$\frac{d_x}{a} = 0,19; \frac{d_y}{b} = 0,04 \rightarrow k = 2,43$$

$$\tau_{max} = \frac{266,96}{21,2} \times 2,43 = 30,89 \text{ t/m}^2$$

— CASO 2 — UM TABULEIRO CORREGADO

1ª HIPÓTESE:  $N_{max}$

$$N_{max} = 4 \times 49,36 + 2 \times 68,96 + 14,25 + 56,35 = 405,96 \text{ t}$$

$$M_L = 6,75 \times 11,20 + 68,96 \times 0,5 = 110,08 \text{ t} \times \text{m}$$

$$M_T = 75,38 \text{ t} \times \text{m}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{405,96}{210} \pm \frac{110,08}{10,5} \pm \frac{75,38}{24,5} \begin{cases} \sigma_1 = 32,88 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_2 = 5,77 \text{ t/m}^2 \end{cases}$$

2ª HIPÓTESE:  $N_{min}$

$$N_{min} = 4 \times 49,36 - 2 \times 0,27 + 14,25 + 56,35 = 287,50 \text{ t}$$

$$M_L = 110,08 \text{ t} \times \text{m}$$

$$M_T = 75,38 \text{ t} \times \text{m}$$

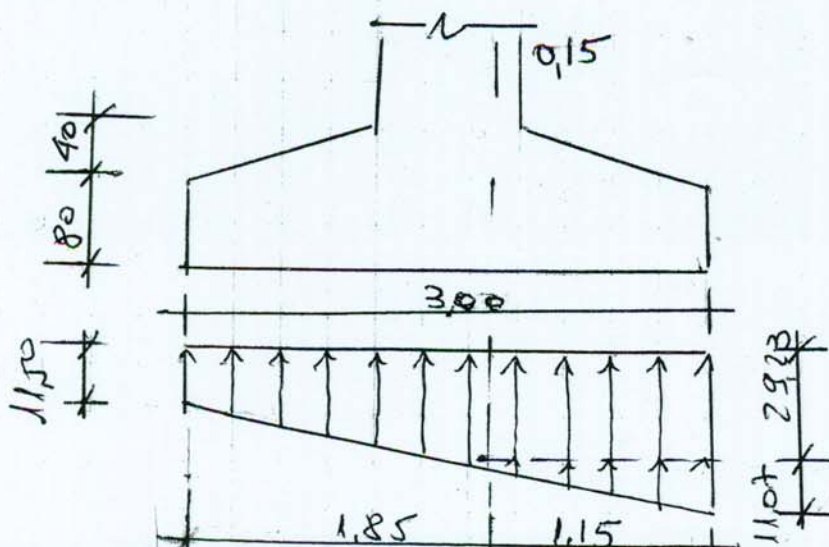
$$\sigma_{1,2} = \frac{287,50}{210} \pm \frac{110,08}{10,5} \pm \frac{75,38}{24,5} \begin{cases} \sigma_1 = 26,30 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_2 = -0,82 \text{ t/m}^2 \end{cases}$$

VERIFICAÇÃO DO  $\tau_{max}$ :

$$\frac{d_x}{a} = 0,14; \frac{d_y}{b} = 0,04 \rightarrow k = 2,08$$

$$\tau_{max} = \frac{267,50}{210} \times 2,08 = 26,50 \text{ t/m}^2$$

#### 4.6. DIMENSIONAMENTO DAS SAPATAS





$$M_D = \frac{1,5 \times 1,15^2}{2} \left[ 29,23 + \frac{11,07}{3} \right] \times 1,0 = 32,65 \text{ acm}^2/\text{m}$$

$$\Delta S = \frac{32,65}{0,8 \times 1,2 \times 4,35} = 7,82 \text{ acm}^2/\text{m}; A_{s \text{ min}} = 18 \text{ acm}^2/\text{m}$$

#### 4.7. DIMENSIONAMENTO DOS PILARES

O DIMENSIONAMENTO DOS PILARES FOI FEITO COM O AUXÍLIO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR (FLXTO<sup>2</sup> OBLIQUE COMPOSTA)

— CASO 1 — DOIS TABULEIROS CARREGADOS

1ª H. DO'ESTE : N MAX

$$N_d = 1,35 [49,36 \times 4 + 14,25] + 1,5 [68,96 \times 4] = 699,54 \text{ tf}$$

$$M_{dx} = 1,5 \times 13,5 \times 10 = 202,50 \text{ tfxm} \quad \text{---} \quad l_x = 0,289 \text{ m}$$

$$M_{dy} = 1,5 \times 6,73 \times 10 = 100,95 \text{ tfxm} \quad \text{---} \quad l_y = 0,144 \text{ m}$$

$$l_a = 0,0 \text{ m}; \quad l_c = 0,263 \text{ m} \quad \left. \begin{array}{l} l_{\text{TOT}x} = 0,592 \text{ m} \\ l_{\text{TOT}y} = 0,184 \text{ m} \end{array} \right\}$$

$$N_d = 699,54 \text{ tf}$$

$$* M_{dx} = 699,54 \times 0,592 = 414,13 \text{ tfxm}$$

$$* M_{dy} = 699,54 \times 0,184 = 128,72 \text{ tfxm}$$

$$\left. \begin{array}{l} \Delta S = 63,72 \text{ acm}^2 \\ A_{s \text{ min}} = 75,0 \text{ acm}^2 \end{array} \right\}$$

2ª H. DO'ESTE : N MIN

$$N_d = [49,36 \times 4 + 14,25] + 1,5 [68,96 \times 1 - 0,27 \times 2] = 417,72 \text{ tf}$$

$$M_{dx} = 202,50 \text{ tfxm} \quad \text{---} \quad l_x = 0,485 \text{ m}$$

$$M_{dy} = 100,95 \text{ tfxm} \quad \text{---} \quad l_y = 0,242 \text{ m}$$

$$l_a = 0,0 \text{ m}; \quad l_c = 0,263 \text{ m} \quad \left. \begin{array}{l} l_{\text{TOT}x} = 0,788 \text{ m} \\ l_{\text{TOT}y} = 0,282 \text{ m} \end{array} \right\}$$

$$N_d = 417,72 \text{ tf}$$

$$\begin{aligned} * M_{dx} &= 417,72 \times 0,788 = 329,16 \text{ tfxm} \\ * M_{dy} &= 417,72 \times 0,282 = 117,80 \text{ tfxm} \end{aligned} \left. \begin{array}{l} \Delta S = 74,91 \text{ cm}^2 \\ \Delta S_{\text{min}} = 75,0 \text{ cm}^2 \end{array} \right\}$$

— C802 - UM TABOCEIRO CARREGADO

$\alpha = \text{Hipótese: } N_{\text{max}}$

$$N_d = 1,35 [4 \times 49,36 + 14,25] + 1,5 [2 \times 68,96] = 492,66 \text{ tf}$$

$$M_{dx} = 1,5 [6,75 \times 10 + 2 \times 68,96 \times 0,5] = 204,69 \text{ tfxm} - l_x = 0,415 \text{ m}$$

$$M_{dy} = 100,95 \text{ tfxm} - - - - - l_y = 0,205 \text{ m}$$

$$l_a = 0,04 \text{ m}; l_c = 0,263 \text{ m} \left. \begin{array}{l} l_{\text{rot } x} = 0,718 \text{ m} \\ l_{\text{rot } y} = 0,245 \text{ m} \end{array} \right\}$$

$$N_d = 492,66 \text{ tf}$$

$$\begin{aligned} * M_{dx} &= 492,66 \times 0,718 = 353,73 \text{ tfxm} \\ * M_{dy} &= 492,66 \times 0,245 = 120,70 \text{ tfxm} \end{aligned} \left. \begin{array}{l} \Delta S = 74,19 \text{ cm}^2 \\ \Delta S_{\text{min}} = 75,0 \text{ cm}^2 \end{array} \right\}$$

$\alpha = \text{Hipótese: } N_{\text{min}}$

$$N_d = [4 \times 49,36 + 14,25] + 1,5 [-2 \times 0,27] = 210,88 \text{ tf}$$

$$M_{dx} = 1,5 [-6,75 \times 10 + 0,54 \times 0,5] = 101,66 \text{ tfxm} - l_x = 0,482 \text{ m}$$

$$M_{dy} = 100,95 \text{ tfxm} - - - - - l_y = 0,478 \text{ m}$$

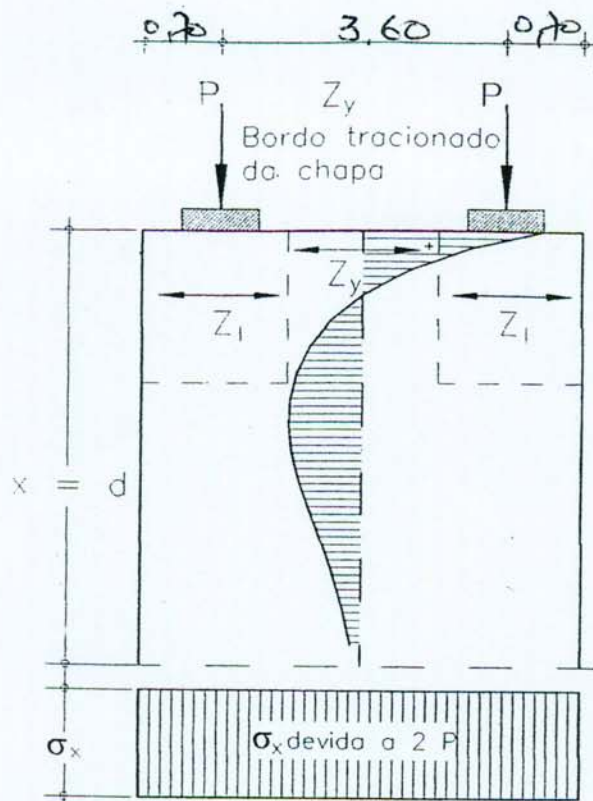
$$l_a = 0,04 \text{ m}; l_c = 0,263 \text{ m} \left. \begin{array}{l} l_{\text{rot } x} = 0,785 \text{ m} \\ l_{\text{rot } y} = 0,518 \text{ m} \end{array} \right\}$$

$$N_d = 210,88 \text{ tf}$$

$$\begin{aligned} * M_{dx} &= 210,88 \times 0,785 = 165,54 \text{ tfxm} \\ * M_{dy} &= 210,88 \times 0,518 = 109,24 \text{ tfxm} \end{aligned} \left. \begin{array}{l} \Delta S = 35,46 \text{ cm}^2 \\ \Delta S_{\text{min}} = 75,0 \text{ cm}^2 \end{array} \right\}$$



- ARMAÇÕES DAS PILARES - CASO DO PILAR PAREDE CORRESPONDENTE SIMETRICAMENTE POR DUAS CARGAS CONCENTRADAS NAS EXTREMIDADES.



$$a) Z_{1d} = 0,30 \times 170,68 \times \left( \frac{d \cdot 4 - 0,70}{1,4} \right) = 32,92 \text{ ft}$$

$$A_s = \frac{32,92}{4,35} = 7,46 \text{ cm}^2 : 4 = 1,86 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \phi 8 \text{ p/cada lado}$$

$$b) Z_y = 0,70 \times 2 \times 170,68 = 71,0 \text{ ft}$$

$$A_s = \frac{71}{4,35} = 16,32 \text{ cm}^2 - \text{Adoçador } 9 \phi 16$$

4.8. FRETAGEM NOS ENTALCADOS:

$$= 1,35 \times 49,36 + 1,5 \times 68,96 = 170,68 \text{ ft}$$

$$Z = 0,30 \times 170,68 \times \frac{0,57 - 0,30}{0,1} = 21,66 \text{ ft}$$

$$A_s = \frac{21,66}{4,35} = 4,98 \text{ cm}^2 : 4 = 1,24 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \phi 6,3 \text{ p/cada lado}$$

### 3. RESUMO DOS QUANTITATIVOS

---

## BARRAGEM FRONTEIRAS

Ponte Sobre o Vertedouro

### RESUMO DAS QUANTIDADES

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	TOTAL
1	CONCRETO ESTRUTURAL fck=25 Mpa	m <sup>3</sup>	753,84
2	CONCRETO ESTRUTURAL fck=20 Mpa	m <sup>3</sup>	457,71
3	CONCRETO regularização fck=11 Mpa	m <sup>3</sup>	25,34
4	FORMAS	m <sup>2</sup>	5.840,56
5	ARMADURA AÇO CA 50	kg	126.496,78
6	CIMBRAMENTO METÁLICO	m <sup>3</sup>	8.320,00
7	APARELHO DE APOIO EM NEO PRENE FRETADO	kg	885,00
8	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE CANTOIREIRAS DE FERRO (4" x 4" X 3/8")	kg	216,00
9	ARGAMASSA EPÓXICA COM/ GRAUTE P/ REGULARIZAÇÃO E NIVELAMENTO	m <sup>3</sup>	0,114
10	DRENO PVC D=100mm	unid	72,00

#### **4. RELAÇÃO DOS DESENHOS**

---

<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>NÚMERO</b>	
PROJETO DA PONTE : LOCAÇÃO - FÔRMAS 1 E 2	BF-EP-	01/07
PROJETO DA PONTE : LOCAÇÃO - FÔRMAS 2 E 2	BF-EP-	02/07
PROJETO DA PONTE : LOCAÇÃO - FÔRMAS : DETALHES	BF-EP-	03/07
PROJETO DA PONTE : ARMADURA DAS VIGAS PRINCIPAIS	BF-EP-	04/07
PROJETO DA PONTE : ARMADURA DA LAJE	BF-EP-	05/07
PROJETO DA PONTE : ARMADURA DAS VIGAS TRANSVERSAIS	BF-EP-	06/07
PROJETO DA PONTE : ARMADURA DOS PILARES ECENCONTROS	PF-FE-	07/07



## 5. DESENHOS

---